

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 586 773 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92810698.8**

(51) Int. Cl.⁵: **G03B 27/73**

(22) Anmeldetag: **11.09.92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.94 Patentblatt 94/11

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(71) Anmelder: **GRETAG IMAGING AG**
Althardstrasse 70
CH-8105 Regensdorf(CH)

(72) Erfinder: **Kraft, Walter, Dr.**
Appenzellerstrasse 57
CH-8049 Zürich(CH)

(74) Vertreter: **Kleewein, Walter, Dr. et al**
Patentabteilung
CIBA-GEIGY AG
Postfach
CH-4002 Basel (CH)

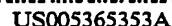
(54) Verfahren zur Erstellung von Kopien von fotografischen Kopiervorlagen.

(57) Ein Verfahren zur Erstellung von fotografischen Kopien von fotografischen Kopiervorlagen in einem fotografischen Farbkopiergerät, umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

- die Kopiervorlage wird in einer Messstation des fotografischen Farbkopiergeräts von einem Mess-System (12) bereichsweise, vorzugsweise punktwise, abgetastet und das von jedem Abtastbereich der Kopiervorlage transmittierte oder remittierte Messlicht wird einer Detektoranordnung zugeführt, vorzugsweise spektral zerlegt und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Signale umgesetzt;
- die als elektrische Messsignale vorliegenden Daten werden digitalisiert und zur weiteren Bearbeitung einer Rechen- und Auswerteeinheit zugeführt;
- aus den Daten werden Farbmessdaten ermittelt, die in einer Normierungseinheit (16) einer umkehrbaren linearen oder nichtlinearen Normierungstransformation unterworfen und zu normierten Farbwerten umgesetzt werden, welche die Eingangsdaten für eine Analyse-Ein-

heit (17) bilden;

- in der Analyse-Einheit (17) werden aus den normierten Farbwerten unter Berücksichtigung von farblichen, dichtemässigen und strukturellen Eigenschaften der Kopiervorlage filmunabhängige normierte Korrekturwerte gebildet;
- in einer der Analyse-Einheit (17) nachgeschalteten Denormierungseinheit (18) werden die filmunabhängigen normierten Korrekturwerte der Analyse-Einheit (17) durch Anwendung einer Denormierungstransformation, die zur Normierungstransformation invers ist, in denormierte Korrekturwerte umgeformt, welche die farblichen Eigenschaften des zu kopierenden Filmmaterials wieder mitberücksichtigen;
- in einer Belichtungsberechnungs-Einheit (19) werden aus den Korrekturwerten die erforderlichen Kopierlichtmengen oder Belichtungskorrekturen bestimmt welche dann an eine Belichtungsstation zur Erstellung der gewünschten Kopien von der Kopiervorlage weitergeleitet werden.



[11] Patent Number: 5,365,353

[45] **Date of Patent:** **Nov. 15, 1994**

- Attorney, Agent, or Firm—Burns, Doane, Swecker & Mathis**

[30] Foreign Application Priority Data

Sep. 11, 1992 [DE] Germany 92810698

[58] **Field of Search** 358/518, 504, 515, 501,
358/523, 520, 505, 506, 509, 475, 510; 355/38,
77, 41

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,571,697	10/1951	Evans	430/30
4,636,845	1/1987	Alkofer	358/504
4,692,797	9/1987	Matsumoto	358/518
4,829,371	5/1989	Hiramatsu et al.	358/506
4,830,501	5/1989	Terashita	358/515
4,884,102	11/1989	Terashita	355/77
4,951,084	8/1990	von Stein et al.	355/38
5,119,125	6/1992	Kraft	355/38

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

0312499	4/1989	European Pat. Off. .
0475897	3/1992	European Pat. Off. .
2912130	3/1979	Germany .
3317818	11/1984	Germany .

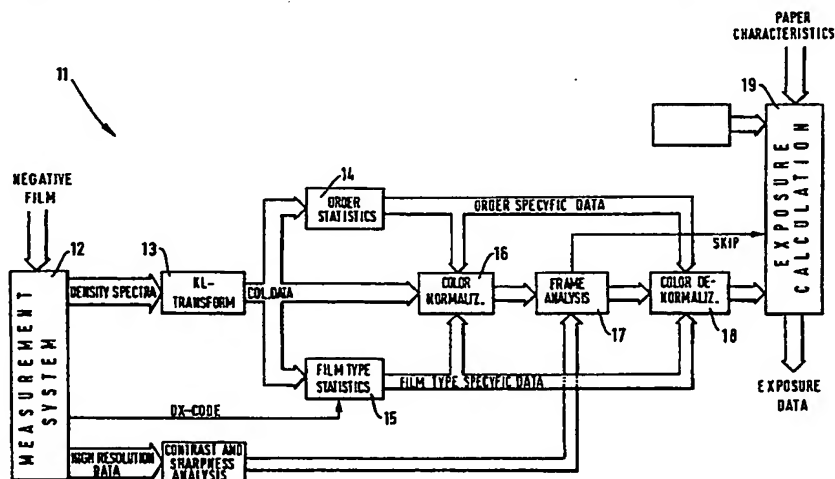
OTHER PUBLICATIONS

Hunt, R. W. G., "Colour reproduction by photography", Rep. Prog. Phys. 1977 40 pp. 1071-1121.

[57] **ABSTRACT**

The present invention relates to a process for making copies of photographic originals in a photographic copying machine, comprising the steps of sectionally scanning the original being copied by a measurement system in a measurement station of the photographic color copying machine, feeding measured light that is transmitted or remitted from each scanned section of the original being copied to a detector configuration, converting the measured light into electrical signals as a function of wavelength and intensity of the measured light, digitizing the electrical signals to obtain color data for processing in a computation and evaluation unit, and analyzing the color data in an analysis unit to establish correction values. The step of analyzing further includes steps of (a) subjecting the color data to a reversible linear or non-linear standardization transformation that is order or film type specific, (b) converting the color data into normalized color values to provide initial data for the analysis unit, (c) forming film specific normalized correction values in the analysis unit from the normalized color values, taking into account color, density, and structural characteristics of the original being copied, and (d) converting the film specific normalized correction values of the analysis unit into de-standardized correction values in a de-standardization unit that is attached to the analysis unit using a de-standardization transformation which is inverse to the standardization transformation, the de-standardized correction values also taking into account the color characteristics of the film material being copied. A required amount of copying light is determined from the de-standardized correction values in an exposure calculation unit, and copies are made from the original being copied in an exposure station based on said copying light.

17 Claims, 9 Drawing Sheets



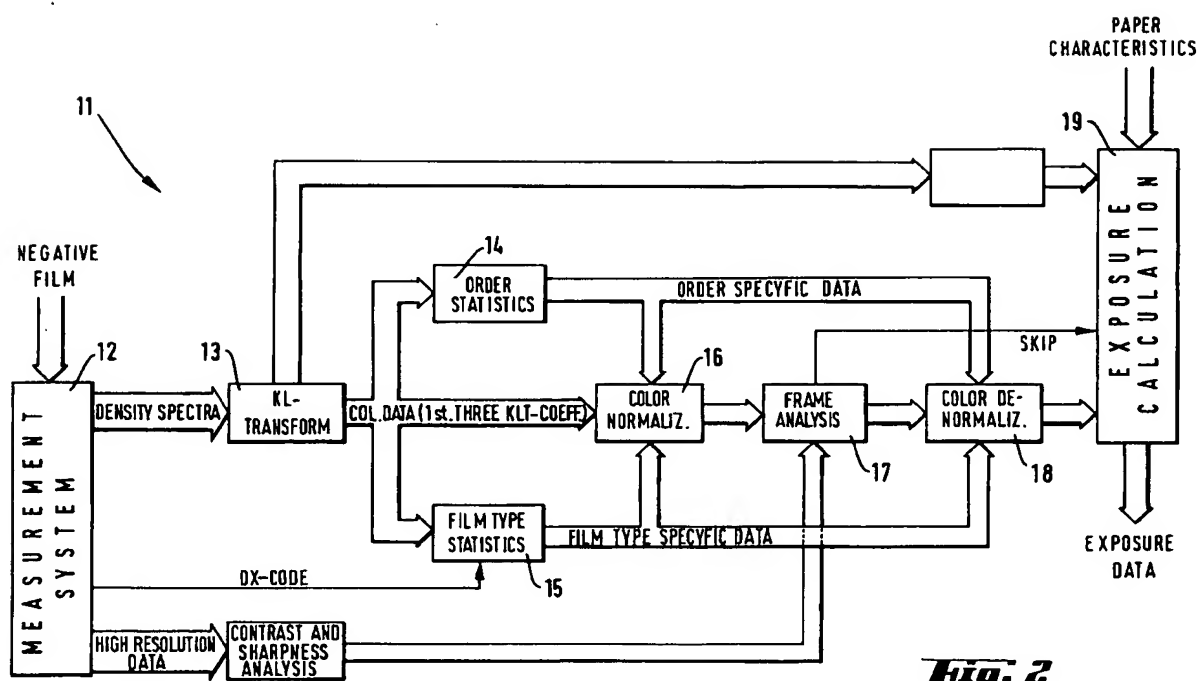


Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung von Kopien von fotografischen Kopiervorlagen, beispielsweise zur Erstellung von Farbabzügen von Farbnegativen, gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In modernen Fotolabors werden heutzutage fotografische Kopiergeräte (fotografische Printer) zur automatischen Erstellung von Farbkopien ab Farbnegativen eingesetzt. In diesen Geräten werden die auf Filmstreifen vorliegenden Vorlagen im allgemeinen in einer Messstation des fotografischen Kopiergerätes in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau photoelektronisch abgetastet. Die Messergebnisse werden ausgewertet und zur Ermittlung der erforderlichen Kopierlichtmengen herangezogen. In einer Belichtungsstation des fotografischen Kopiergerätes werden sodann die gewünschten Kopien jeweils mit den ermittelten Kopierlichtmengen erstellt.

Die zur Bestimmung der Kopierlichtmengen verwendeten Verfahren beruhen zumeist auf Modifikationen des in des US Patentschrift Nr. 2,571,697 beschriebenen Grundprinzips. Im allgemeinen werden befriedigende Farbkopien erzielt, wenn die Kopierlichtmengen in den drei Grundfarben so bemessen werden, dass die auf der Kopie gemessenen Farbdichten unabhängig von der Grundfärbung der Kopiervorlage im Mittel ein neutrales Grau ergeben. Als Grundlage für die Belichtungssteuerung dienen in diesem einfachen Falle die über die gesamte Vorlage gemittelten Farbdichten der Vorlage.

Dieses Verfahren, welches unter dem Namen "Integral-Korrektur" bekannt ist, versagt jedoch, wenn in der Vorlage grössere Flächen gleicher Farbe, sogenannte "Farbdominanten" vorkommen, da dann beispielsweise auf der Kopiervorlage farblich neutrale Bereiche auf der Kopie in der zur Dominanten komplementären Farbe reproduziert werden.

Bei moderneren Geräten, in denen die Kopiervorlage bereichsweise an einer Vielzahl von Stellen abgetastet wird, versucht man dieses Verfahren beispielsweise dadurch zu verbessern, dass man bei der Berechnung der erwähnten Mittelwerte farblich stark gesättigte Bereiche in der Kopiervorlage nicht oder nur mit reduzierter Gewichtung berücksichtigt. Allgemeiner formuliert, werden die erforderlichen Kopierlichtmengen aufgrund einer farblichen Analyse der Vorlagen bestimmt, wobei die "Farbe" eines Messpunktes üblicherweise relativ zu Referenzwerten, sogenannten Normaldichten, ermittelt wird. Als Referenzwerte werden sinnvollerweise die Messdichten farblich neutraler, normal belichteter Vorlagenbereiche verwendet. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Referenzwerte als die Mittelwerte der drei Messdichten in den drei Grundfarben über eine grössere Anzahl von Vorlagen zu definieren.

Insbesondere im Falle von Negativfilmen ist bekannt, dass diese, je nach Fabrikat, stark unterschiedliche Grundfärbungen aufweisen. Es ist daher erforderlich, für jeden Filmtyp einen spezifischen Satz von Referenzwerten zu ermitteln. Die heutigen Negativfilme sind üblicherweise mit einem Code (DX-Code, erweiterter DX-Code) versehen, aus welchem der Filmtyp ersichtlich ist. Damit ist es ohne weiteres möglich, aufgrund der anfallenden Messdaten filmtypspezifische Referenzwerte zu ermitteln und diese laufend aufzudatieren bzw. anzupassen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Referenzwerte für jeden Film individuell zu bestimmen. Die kann beispielsweise durch eine (gewichtete) Mittelung über die diesem Film entstammenden Messwerte (Messdichten) erfolgen.

Eine Verbesserung des Verfahrens besteht darin, Referenzwerte zu verwenden, welche von einer sogenannten mittleren Dichte des jeweiligen Messpunktes abhängig sind. Die mittlere Dichte eines Messpunktes der Kopiervorlage ist beispielsweise als arithmetischer Mittelwert der drei Messdichten in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau definiert. Auf diese Weise können auch belichtungsabhängige Farbfehler der Vorlagen mitzuberücksichtigt werden. Dieses Verfahren ist beispielsweise in der DE-A-29 12 130 beschrieben.

Die skizzierten Verfahren zur Bestimmung der Farbe von Vorlagen(bereichen) können als einfache Normierungen betrachtet werden, welche das Ziel haben, den Einfluss der filmspezifischen Eigenschaften, welche Filmtyp-bedingt aber auch innerhalb eines bestimmten Filmtyps von Auftrag zu Auftrag variieren können, auf die für die Bildanalyse verwendeten Farbdaten zu reduzieren. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass diese auf der Bestimmung von Referenzwerten beruhenden Verfahren nicht für alle Arten von Kopiervorlagen und Aufnahmematerialien die bestmöglichen Messwerte für die Bildanalyse liefern. Dies schränkt die Zuverlässigkeit der Bildanalyse ein, und ist ein wesentlicher Grund dafür, dass nicht immer befriedigende Kopierergergebnisse erzielt werden können.

Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren zur Analyse fotografischer Kopiervorlagen zu schaffen, welches für die Bildanalyse weitgehend filmunabhängige Farbdaten liefert. Das Verfahren soll es erlauben, die aufgrund der Bildanalyse bestimmten farblichen Abweichungen der Kopiervorlage in Belichtungskorrekturwerte umzusetzen, welche die Eigenschaften des Aufnahmematerials wieder mitberücksichtigen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, die Messdaten derart umzuformen, dass im normierten Farbraum eine der Koordinaten als Mass für die Helligkeit oder "Neutraldichte" der Vorlage dienen kann, während zwei weitere Koordinaten eine "Farbebene" aufspannen, welche es erlaubt, die rein farblichen Eigenschaften (Farbton und Sät-

tigung) der Vorlage zu analysieren.

Die Lösung all dieser und noch weiterer damit zusammenhängender Aufgaben besteht in einem Verfahren, welches die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale aufweist. Besonders bevorzugte Verfahrensvarianten, die Teilaufgaben der vorliegenden Erfindung lösen, sind jeweils Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Im folgenden wird die Erfindung in zwei beispielsweise Verfahrensvarianten anhand der schematischen Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1

eine schematische Darstellung eines Farbkopiergerätes

Fig. 2

ein Blockschema des Belichtungssteuerungssystems des fotografischen Farbkopiergerätes, in welchem das erfindungsgemässe Verfahren eingesetzt wird,

Fig. 3

ein Blockschema einer ersten Verfahrensvariante,

Fig. 4

ein Blockschema einer zweiten erweiterten Verfahrensvariante,

Fig. 5a und 5b

zwei Diagramme zur Erläuterung des Verfahrens zur Eliminierung von Farbfehlern,

Fig. 6

ein Ablaufschema zur Bestimmung einer bei dem erfindungsgemässen Verfahren angewandten Normierungstransformation

Fig. 7a bis 7d

Farbdiagramme von Blendenreihen ab Grautafel, auf verschiedene Filmtypen belichtet, vor und nach der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens (18 verschiedene Filmtypen, 11 Negative pro Blendenreihe), und

Fig. 8a und 8b

"Himmels-Farbe" auf Kopiervorlagen unterschiedlichen Filmfabrikats vor und nach der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte fotografische Farbkopiergerät umfasst im wesentlichen eine Messstation 1, eine Rechen- und Auswerteeinheit 4 und eine Belichtungsstation 5. Die Messstation weist insbesondere eine Messlichtquelle 2 und eine Detektoranordnung 3 auf. Die Detektoranordnung 3 ist derart ausgebildet, dass sie einerseits das von einem Abtastbereich einer Kopiervorlage V kommende Messlicht spektral aufspaltet und andererseits die einzelnen Spektralanteile detektiert und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Messsignale umsetzt. Die spektrale Aufspaltung des Messlichtes erfolgt beispielsweise bei der bekannten "drei-Farben-Messung" durch drei Farb-

filter, sie kann aber auch beispielsweise durch ein Prisma, ein Beugungsgitter oder ein Spektralfilter erfolgen. Die einzelnen Spektralanteile werden mit einem lichtelektrischen Wandler, beispielsweise einem CCD-Bildsensor (Charge-Coupled-Device), detektiert und umgeformt. Der lichtelektrische Wandler ist an die Rechen- und Auswerteeinheit 4 angeschlossen zur Uebertragung der Messsignale. Die Belichtungsstation 5 ist ebenfalls mit der Rechen- und Auswerteeinheit 4 verbunden. Die Belichtungsstation umfasst im wesentlichen eine Kopierlichtquelle 6, einen Satz servogesteuerter Farbverschlüsse 7 und eine Abbildungsoptik 8 zur Projektion der Kopiervorlage V auf das Kopiermaterial M zur Erstellung der fotografischen Kopie F.

Die fotografische Kopiervorlage V wird in der Messstation 1 des fotografischen Farbkopiergerätes bereichsweise, vorzugsweise punktwise, vom Lichtstrahl der Messlichtquelle 2 abgetastet. Das von jedem Abtastbereich der Kopiervorlage V transmittierte oder remittierte Messlicht wird der Detektoranordnung 3 zugeführt, spektral zerlegt und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Messsignale umgesetzt. Die elektrischen Messsignale werden digitalisiert und zu der Rechen- und Auswerteeinheit 4 weitergeleitet, wo sie zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen, insbesondere der logarithmischen Belichtungs-Korrektur, für die Grundfarben Blau, Grün und Rot ausgewertet werden. Die für die gesamte Kopiervorlage ermittelten Kopierlichtmengen für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot werden in Steuersignale umgeformt und an die Belichtungsstation 5 übergeben. In der Belichtungsstation 5 werden mit Hilfe dieser Steuersignale die Kopierlichtquelle 6 und die servogesteuerten Farbverschlüsse 7 gesteuert, um eine fotografische Farbkopie F von der Kopiervorlage V auf das Kopiermaterial M zu belichten. Soweit entspricht das fotografische Farbkopiergerät Geräten bekannter Bauart, beispielsweise dem in der EP-A-312,499 beschriebenen Gerät.

Die Messlichtquelle 2 und die Detektoranordnung 3 in der Messstation 1 sowie die Rechen- und Auswerteeinheit 4 bilden ein Belichtungssteuerungssystem 11, wie es in den Hochleistungsprintern der Anmelderin realisiert ist, und wie es in Fig. 2 dargestellt ist. Die schematische Darstellung beschränkt sich dabei auf die für die Erläuterung des erfindungsgemässen Verfahrens wesentlichen Elemente. Das Belichtungssteuerungssystem 11 umfasst ein Mess-System 12, welches sich aus der Messlichtquelle 2 und der Detektoranordnung 3 zusammensetzt, und mittels welchem die auf Filmstreifen befindlichen Kopiervorlagen V bereichsweise abgetastet werden. Pro Bereich werden beispielsweise 35 gleichmässig über den relevanten Wellenlängenbereich verteilte spektrale Dichtewer-

te bestimmt.

In einer mit dem Bezugszeichen 13 bezeichneten Datenreduktionsstufe, die Bestandteil der Rechen- und Auswerteeinheit 4 ist, werden aus den jeweils 35 spektrale Dichtewerte umfassenden Dichtespektren der abgetasteten Vorlagenbereiche jeweils drei "Farbwerte" k_0 , k_1 , k_2 extrahiert, welche beispielsweise zu den mit Hilfe eines Dreifarben-Scanners ermittelbaren Farbdichten in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau vergleichbar sind. Ein Verfahren zur Bestimmung der drei "Farbwerte" ist beispielsweise in der EP-A-0,475,897 beschrieben, welche hiermit zum integralen Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt wird. Bei diesem bekannten Verfahren wird auf jedes Dichtespektrum eine Datenkompression KLT angewendet und werden so mit Hilfe einer orthogonalen Transformation ("Karhunen-Loève-Transformation") die jeweiligen drei "Farbwerte" bestimmt.

Mit Hilfe zweier in der Rechen- und Auswerteeinheit 4 vorgesehenen Auswerte-Einheiten 14 und 15 werden die derart bestimmten Farbwerte k_0 , k_1 , k_2 erfasst und statistisch ausgewertet. Dabei wird einerseits 14 eine Statistik der Daten des aktuellen Filmstreifens erstellt, die als auftragsspezifische Statistik bezeichnet wird. Andererseits 15 dienen die anfallenden gemessenen und zu Farbwerten k_0 , k_1 , k_2 umgeformten Messdaten zur laufenden Auffrischung einer sogenannten filmtypspezifischen Statistik. Zur Zuordnung der jeweiligen Messdaten zu einem bestimmten Filmtyp wird vom Mess-System 12 auch der auf den Film aufgedruckte oder eingestanzte Filmcode erfasst. Es versteht sich, dass die filmtypspezifische Statistik auch von anderen Geräten erfasst werden kann. Die ermittelten Messdaten werden dann beispielsweise über eine Datenleitung von der jeweiligen Erfassungseinheit an die Auswerteeinheiten 14 und 15 mitgeteilt oder händisch eingegeben und so die filmspezifische Statistik nachgeführt.

In einer Normierungseinheit 16 der Rechen- und Auswerteeinheit 4 werden die rohen Farbwerte k_0 , k_1 , k_2 in normierte Farbwerte k_0' , k_1' , k_2' umgesetzt. Die Normierung basiert auf einer linearen oder nichtlinearen, umkehrbaren Transformation H, welche aus der auftragsspezifischen Statistik oder aus der filmtypspezifischen Statistik, oder aber aus einer gewichteten Kombination beider Statistiken ermittelt wird. In letzterem Falle kann die relative Gewichtung der beiden Statistiken von der Quantität und/oder der Qualität der für die Bestimmung der auftragsspezifischen Statistik verfügbaren Daten abhängig gemacht werden.

Falls die Farbwerte auf der bereichsweisen Ausmessung von relativ wenigen oder wenig repräsentativen Kopiervorlagen beruhen, wird vorzugsweise der filmtypspezifischen Statistik ein höheres Gewicht zugeordnet.

Falls das Belichtungssteuerungssystem 11 des fotografischen Kopiergerätes nicht die Möglichkeit einer direkten statistischen Erfassung der anfallenden Daten aufweisen sollte, kann das Normierungsverfahren auch mit fest gespeicherten filmtypspezifischen Transformationen durchgeführt werden.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, die Farbwerte aller Kopiervorlagen V eines Films derselben Transformation zu unterwerfen. Vorzugsweise wird beispielsweise in regelmässigen Abständen aufgrund der aktuellen Messdaten eines Filmstreifens eine neue Transformation N bestimmt. Die Normierung der Farbwerte einer Kopiervorlage V erfolgt erst kurz bevor die die Kopiervorlage V kopiert wird und die erforderlichen Kopierlichtmengen bestimmt werden müssen. Auf diese Weise kann für die Normierung die jeweils aktuellste aus den aktuellen Messdaten ermittelte Transformation N angewendet werden.

In einer Analyse-Einheit 17, die gleichfalls Bestandteil der Rechen- und Auswerteeinheit 4 ist, werden aufgrund der farblichen, dichtemässigen und strukturellen Eigenschaften der "normierten Kopiervorlage" Korrekturwerte Δk ermittelt. Diese Korrekturwerte beziehen sich auf die gesamte Vorlage V und können idealisiert als farbliche Abweichungen zwischen der aktuellen (normierten) Kopiervorlage V und einer "idealen" Kopiervorlage gleichen Bildinhalts aufgefasst werden.

In einer der Analyse-Einheit 17 nachgeschalteten Denormierungseinheit 18, werden die zuvor ermittelten filmunabhängigen Korrekturwerte Δk der Analyse-Einheit 17 in denormierte Korrekturwerte $\Delta k'$ umgeformt. Die denormierten Korrekturwerte $\Delta k'$ berücksichtigen die farblichen Eigenschaften des zu kopierenden Filmmaterials wieder mit. Auf diese Weise ist es möglich, die Kopierlichtmengen für die jeweilige Vorlage V so zu bestimmen, dass diese optimal, ohne filmbedingte, beleuchtungsbedingte oder sujetbedingte (beispielsweise bei vorhandenen Farbdominanten) Farbstiche, wiedergeben wird. Die Umformung der normierten Farbwerte in denormierte Farbwerte erfolgt dabei mit Hilfe einer zur jeweils verwendeten Normierungstransformation inversen Transformation D.

In einer zu der Rechen- und Auswerteeinheit 4 gehörigen Belichtungsberechnungs-Einheit 19 werden schliesslich aus den denormierten Korrekturwerten $\Delta k'$ die erforderlichen Kopierlichtmengen oder Belichtungskorrekturen bestimmt, welche dem jeweils verwendeten Kopiermaterial M angepasst sind. Zur Bestimmung werden dabei sogenannte Papierparameter verwendet, welche mittels eines fotografischen Eintestverfahrens ermittelt werden, wie es beispielsweise in der EP-A-0,475,897 beschrieben ist. Es versteht sich, dass auch andere als das dort beschriebene fotografische Eintestverfahren angewendet werden können, um die erforder-

derlichen Kopierlichtmengen papierspezifisch zu ermitteln.

Die einzelnen Datenbearbeitungseinheiten 13 bis 19 sind in Fig. 1 aus Gründen der besseren Übersicht in der Rechen- und Auswerteeinheit 4 zusammengefasst. Es versteht sich, dass sie auch getrennte bauliche Einheiten bilden können.

In Fig. 3 ist ein Blockschema einer ersten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit der Darstellung sind in Fig. 3 nur die erfindungswesentlichen Verfahrensschritte von einer gegebenenfalls erforderlichen Vortransformation der Messdaten bis zur Bestimmung der denormierten Korrekturwerte angeführt. Auf die Andeutung der erforderlichen Verfahrensschritte zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen aus den denormierten Korrekturwerten in der Belichtungsberechnungs-Einheit 19 wurde verzichtet, da diese Stand der Technik ist und beispielsweise analog zu dem in der EP-A-0,312,499 beschriebenen Verfahren erfolgt. Insbesondere handelt es sich dabei um den einfachsten Fall einer linearen Normierung der "rohen" Farbwerte. Für die Analyse der fotografischen Vorlage V ist es vorteilhaft, wenn die Eingangsdaten, die drei Farbwerte, in einer Form vorliegen, in welcher einer der Farbwerte als "Neutraldichte" und die anderen zwei Farbwerte als "Farbkoordinaten" eines Bildpunktes aufgefasst werden können. Erfüllen die "rohen" Farbwerte diese Bedingung bereits näherungsweise (beispielsweise bei Anwendung der in der EP-A-0,475,897 beschriebenen Datenkompression), so können sie direkt der Normierung unterworfen werden (Eingangsvektor k mit den Komponenten k_0 , k_1 und k_2 in Fig. 3). Dabei bezeichnet der Wert von k_0 die "Neutraldichte", während die durch k_1 und k_2 festgelegten Koordinatenachsen eine Farbebene aufspannen. Andernfalls, beispielsweise wenn die Farbwerte aus der bereichsweisen Abtastung der Kopiervorlage mit einem Dreifarben-Scanner stammen (Vektor c mit den Farbdichten r , g und b in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau in Fig. 3), werden diese vorzugsweise zunächst einer festen Vortransformation C unterworfen. Die in Fig. 3 als Beispiel angeführte Vortransformation liefert ebenfalls einen Eingangsvektor k , dessen Komponente k_0 als "Neutraldichte" aufgefasst werden kann und den arithmetischen Mittelwert der drei Farbdichten r , g , b in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau darstellt. Die Komponenten k_1 und k_2 spannen beispielsweise die in der Farbfotografie übliche "trilineare" Farbebene auf.

Die als Eingangsvektor k formulierten "rohen" Farbwerte k_0 , k_1 und k_2 werden nunmehr einer linearen Transformation unterworfen. Vorzugsweise wird als Normierungsmatrix N eine unitäre Matrix verwendet, da sich damit die Berechnung der In-

versen Matrix für die anschliessende Denormierung $D = N^{-1}$ auf eine einfache Transposition $D = N^T$ reduziert. Ausserdem hat diese Wahl zur Folge, dass D einer Rotation des Farbraumes entspricht und damit einfach interpretierbar ist. Diese in ihrem Grad datenabhängige Rotation dient im wesentlichen zur Korrektur des belichtungsabhängigen Farbfehlers eines Films und ist (bei richtiger Wahl der Vortransformation C) im allgemeinen gering. Dies bedeutet, dass sich D im allgemeinen nicht sehr stark von der Einheitsmatrix unterscheidet.

Vorzugsweise wird daher die Vortransformation C , falls erforderlich, derart gewählt, dass die anschliessende Normierung der "rohen Farbwerte" des Eingangsvektors k , mit einer unitären Matrix erfolgen kann, welche eine relativ geringfügige Rotation des Farbraumes durchführt. Die Ausgangsdaten der Normierung, zusammengefasst im Ausgangsvektor k' , werden der Analyseeinheit 17 zugeführt.

In Fig. 4 ist ein gegenüber dem in Fig. 3 dargestellten linearen Verfahren erweitertes Verfahren dargestellt, welches auch nichtlineare (beispielsweise wie dargestellt quadratische) Abhängigkeiten des Farbgangs eines Filmes von der "Neutraldichte" k_0 berücksichtigt. Dazu wird der Eingangsvektor k einfach um die Komponente $(k_0)^2$ erweitert und zu einem Ausgangsvektor k' transformiert. Die ersten drei Komponenten k'_0 , k'_1 und k'_2 des Ausgangsvektors k' beschreiben die Neutraldichte und den Farbort eines Bildpunktes und werden wie vorher der Analyseeinheit 17 zugeführt. Die vierten Komponenten k'_3 des Ausgangsvektors hingegen werden für eine gesamte Kopiervorlage zusammengefasst und daraus der Mittelwert über die jeweilige Kopiervorlage V berechnet. Anschliessend wird dieser Mittelwert zusammen mit dem von der Analyse-Einheit 17 gelieferten dreidimensionalen Korrekturvektor $\Delta k'$ der Denormierungseinheit zugeführt.

Es ist klar, dass sich das in Fig. 4 dargestellte System im einfachsten Falle einer homogenen Bildvorlage und bei Anwendung des eingangs erwähnten "Integralkorrektur"-Verfahrens, in der Analyseeinheit 17 auf eine Einheitstransformation (Ausgangsvektor = Eingangsvektoren) reduziert.

Die Erweiterung des Verfahrens auf die Berücksichtigung nichtlinearer Abhängigkeiten höheren als quadratischen Grades erfolgt auf analoge Weise und nach demselben Prinzip.

Erfindungsgemäss wird die Normierungstransformation N in Abhängigkeit der auftrags- und/oder filmtypspezifischen Messdaten bestimmt. Fig. 6 zeigt ein Ablaufschema zur Bestimmung der Normierungstransformation. Dem Verfahren liegt die einfache Feststellung zugrunde, dass der belichtungsabhängig Farbfehler eines Films, wie er beispielsweise bei der Ausmessung von Blendenrei-

hen ab Grautafeln (Fig. 7a und 7b) festgestellt wird, zu einem grossen Teil auf die Verwendung eines bezüglich des vom Mess-System 12 bereichsweise ausgemessenen Films ungeeigneten Farbkoordinatensystems k_0 , k_1 , und k_2 zurückzuführen ist. Fig. 5a und 5b stellen diese Tatsache anhand eines idealisierten Beispiels dar und zeigen, dass eine einfache Rotation des aus den Farbwerten k_0 , k_1 und k_2 resultierenden ursprünglichen Koordinatensystems zu einem Farbkoordinatensystem k_0' , k_1' und k_2' führt, in dem der vermeintliche Farbfehler eliminiert ist.

In Wirklichkeit sind die Verhältnisse etwas komplizierter, d.h. die Messpunkte liegen im allgemeinen nicht exakt auf einer Geraden, sondern auf einer komplizierteren Kurve im dreidimensionalen Farbraum k_0 , k_1 , k_2 . Diese Tatsache kann durch die Anwendung einer nichtlinearen Normierungstransformation N, wie beispielsweise bei der anhand von Fig. 4 erläuterten Verfahrensvariante, berücksichtigt werden. Aus Gründen der Anschaulichkeit beschränken sich die folgenden Ausführungen jedoch auf den Fall linearer Normierungsverfahren. Die Erweiterung auf den nichtlinearen Fall ist trivial, da sie nur eine Erhöhung der "Dimension" des Farbraumes durch die Erweiterung des Farbvektors k mit den Potenzen von k_0 beinhaltet.

Gemäss Fig. 5a und 5b besteht bei der Bestimmung einer Normierungstransformation N, welche den auftrags- und/oder filmspezifischen Daten angepasst ist, die Aufgabe im wesentlichen darin, die für den jeweiligen Film beste Neutralsdichte-Achse k_0' zu bestimmen. In einem von den normierten Koordinatenachsen k_0' , k_1' und k_2' aufgespannten normierten Farbraum wird dann die Farbebene k_1' , k_2' senkrecht zu dieser Dichteachse k_0' liegen. Sinnvollerweise werden die diese Farbebene aufspannenden Farbachsen k_1' , k_2' derart bestimmt, dass sie zueinander orthogonal sind. Dabei wird ihre Ausrichtung derart gewählt, dass sie möglichst kleine Winkel mit den ursprünglichen Farbachsen k_1 , k_2 aufweisen. Bei der Ermittlung der gesuchten Dichteachse k_0' ist zu beachten, dass diese im allgemeinen nicht nur gegenüber der ursprünglichen Dichteachse k_0 um einen Ursprung gedreht ist, wie in den Fig. 5a und 5b dargestellt, sondern dass im allgemeinen auch eine Verschiebung m des Ursprungs des Koordinatensystems im Farbraum erforderlich ist.

Bei der Bestimmung der den vorliegenden auftrags- und/oder filmspezifischen Daten am besten angepassten Normierungstransformation N ist es hauptsächlich erforderlich, den Verschiebungsvektor m , der ein Mass für die erforderliche Verschiebung des Ursprungs des Koordinatensystems im Farbraum ist, und die Komponenten n_{00} , n_{01} , n_{02} der ersten Zeile der Normierungstransformationsmatrix, welche die gesuchte Dichteachse beschrei-

ben. Die Komponenten werden zu dem Vektor $d = (n_{00}, n_{01}, n_{02})^T$ zusammengefasst. Liegen der Verschiebungsvektor m und der Vektor d einmal vor, so lassen sich die übrigen Parameter der Normierungstransformation N und, wegen $D = N^{-1}$, auch der Denormierungstransformation D wegen der Randbedingung, dass die Achsen der gesuchten Farbebene auf die normierte Neutralsdichteachse k_0' und aufeinander senkrecht stehen, auf einfache Weise bestimmen.

Am einfachsten gestaltet sich die Bestimmung der Dichteachse falls die Möglichkeit besteht, Testbilder (beispielsweise Blendenreihen oder Graukeile) auf das Filmmaterial aufzubelichten, diese auszumessen und auszuwerten. Der Verschiebungsvektor m und die Dichteachse d können dann aus den Messdaten bestimmt werden. Beispielsweise kommen dabei klassische Regressions- oder Ausgleichs-Verfahren zur Anwendung. Vorzugsweise werden jedoch Verfahren angewendet, die auf einer sogenannten Eigenvektor-Analyse beruhen.

Die Anwendung der Eigenvektoranalyse im erfindungsgemässen Verfahren wird im folgenden erläutert. Der Vorteil der Eigenvektoranalyse besteht darin, dass sie keine Testbilder voraussetzt, sondern auf einer statistischen Auswertung der Messdaten von üblicherweise auszumessenden Kopiervorlagen beruht. Bei fotografischen Aufnahmen ist die Variabilität der Farbdichten in weitaus höherem Masse durch Unterschiede der Belichtung (sowohl einzelner Bildbereiche als auch ganzer Bilder) bedingt, als durch farbliche Unterschiede in der Originalszene. Als besonders günstig erweisen sich daher Verfahren, welche als Dichteachse d den Haupt-Eigenvektor, d.h. den Eigenvektor mit dem grössten zugehörigen Eigenwert, der Kovarianzmatrix der "rohen" Farbvektoren k verwenden. Wegen des engen Zusammenhanges zwischen Belichtung und "Neutralsdichte" kann der oben erwähnte Haupt-eigenvektor als "natürliche Dichteachse" betrachtet werden, da die Projektion der Farbvektoren auf diese Achse die grösstmögliche Varianz ergibt. Umgekehrt führt diese Wahl der Dichteachse zur Minimierung der Varianz in der normierten Farbebene, was wiederum als das eigentliche Ziel der Normierung betrachtet werden kann, gilt es doch die belichtungsbedingte farbliche Variabilität der Messdaten zu eliminieren.

Die einzelnen Grund-Schritte für die Bestimmung der Dichteachse d und des Verschiebungsvektors m sind in Fig. 6 zusammengestellt. Selbstverständlich können bei einer praktischen Implementierung einzelne Schritte im Detail anders realisiert werden als angegeben.

1) In einem ersten Schritt werden die anfallenden rohen Farbvektoren k und daraus resultierende einfache Korrelationsmatrixensummen K laufend gewichtet akkumuliert. Eine solche Ak-

kumulation erfolgt einerseits für den aktuellen Film zur Erstellung der auftragsspezifischen Statistik. Dabei werden eine auftragsspezifische Korrelationsmatrixsumme K_0 und eine auftragsspezifische Vektorsumme m_0 bestimmt. Andererseits wird auch eine Statistik für den Filmtyp geführt, dem der aktuelle Film angehört. Auf diese Weise kann auch die filmtypspezifische Statistik erstellt bzw. aufgefrischt werden. Dabei werden eine filmtypspezifische Korrelationsmatrixsumme K_1 und eine filmtypspezifische Vektorsumme m_1 bestimmt. Für jede der beiden Statistiken werden aufgrund farblischen Sättigung der gemessenen Farbvektoren Gewichte w_0 und w_1 bestimmt, mit dem Ziel einer stärkeren Berücksichtigung farblisch neutraler Messwerte. Als Mass für die Sättigung dient dabei der in der Farbebene gemessene Abstand des Farbvektors zu einem der Referenzvektoren oder zu einem Schätzwert für die Grundfärbung des aktuellen Films (beispielsweise der Farbvektor des "dünnsten" Punktes, wie es beispielsweise in der DE-A-33,17,818 beschrieben ist).

Zu Beginn der Akkumulation wird die auftragsspezifische Korrelationsmatrixsumme K_0 gleich der Nullmatrix gesetzt und wird die auftragsspezifische Vektorsumme m_0 gleich dem Nullvektor gesetzt. Das auftragsspezifische Gewicht w_0 erhält anfangs gleichfalls den Wert 0. Die Anfangswerte der filmtypspezifischen Korrelationsmatrixsumme K_1 , der filmtypspezifischen Vektorsumme m_1 und des filmtypspezifischen Gewichts w_1 erhalten anfangs jeweils die Werte, die anhand der vorhergehenden Vorlage bestimmt wurden. In jedem Akkumulationsschritt (für jeden Farbvektor k) ergeben sich die neuen Werte aus den Werten des vorangehenden Schrittes und dem aktuellen Farbvektor bzw. dessen Gewicht nach den Zuordnungsvorschriften

$$\begin{aligned} K_0 &:= K_0 + w \cdot k \cdot k^T & m_0 &:= m_0 + w \cdot k & w_0 &:= w_0 + w \\ K_1 &:= K_1 + w \cdot k \cdot k^T & m_1 &:= m_1 + w \cdot k & w_1 &:= w_1 + w \end{aligned}$$

2) Sobald für eine Vorlage V die Kopierlichtmengen benötigt werden, erfolgt als Vorbereitung für die Bestimmung einer aktuellen Transformation eine Normierung der aufgelaufenen Korrelationsmatrixsummen und der Vektorsummen. Das Resultat sind je ein Verschiebungsvektor m_0 , bzw. m_1 und eine Korrelationsmatrix k_0 , bzw. K_1 für den aktuellen Film und Filmtyp, die nach den Zuordnungsvorschriften

$$\begin{aligned} K_0 &:= K_0/w_0 & m_0 &:= m_0/w_0 \\ K_1 &:= K_1/w_1 & m_1 &:= m_1/w_1 \end{aligned}$$

bestimmt werden.

3) Mittels einer gewichteten Mittelung werden aus den beiden Statistiken in einem weiteren Schritt der endgültige Verschiebungsvektor m und eine Gesamtkovarianzmatrix K bestimmt. Die Wichtung erfolgt dabei mit dem Ziel einer stärkeren Berücksichtigung farblisch neutraler Messwerte. Falls die Farbvektoren auf der bereichsweisen Ausmessung von relativ wenigen oder wenig repräsentativen Kopiervorlagen beruhen, wird vorzugsweise der filmtypspezifischen Statistik ein höheres Gewicht zugeordnet. Die Gewichte, mit denen die beiden Statistiken berücksichtigt werden sind dabei wie folgt bestimmt:

$$g_1 = 1 - g_0, \text{ wobei gilt } 0 \leq g_0 \leq 1$$

Die Zuordnungsvorschriften für den endgültigen Verschiebungsvektor m lautet:

$$m := g_0 \cdot m_0 + g_1 \cdot m_1$$

Die Gesamtkovarianzmatrix wird in zwei Teilschritten ermittelt. Die Zuordnungsvorschriften für die Teilschritte lauten wie folgt:

$$a) K := g_0 K_0 + g_1 K_1 \quad b) K := K - m \cdot m^T$$

4) In einem vierten Schritt wird der Haupteigenvektor d der Kovarianzmatrix K bestimmt. Dazu werden beispielsweise einfache Vektoriterationsverfahren wie das Mises-Verfahrens, das z.B. in "I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik, 19. Auflage, Harri Deutsch Verlag, Thun, 1980 beschrieben ist.

5) Für den Fall das beispielsweise nur relativ wenige Messdaten für die Auswertung zur Verfügung stehen) kann es von Vorteil sein, das Ausmass der zulässigen Rotation α des Koordinatensystems des Farbraums, insbesondere der Neutralsdichteachse, auf einen maximal zulässigen Wert α_{\max} und/oder den Betrag des Verschiebungsvektors m auf einen maximal zulässigen Wert zu begrenzen.

In den Diagrammen 7a bis 7d ist die Wirksamkeit des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt. Fig. 7a und 7b zeigen in zwei Darstellungsweisen die "rohen" Messdaten, sich aus der Ausmessung von Kopiervorlagen, im speziellen Fall von Negativvorlagen, unterschiedlichen Filmtyps ergeben. Bei den Negativen handelt es sich um Blendenreihen ab einer Norm-Grautafel. Pro Film wurde eine Blendenreihe mit 12 Negativen aufbeleuchtet. In der in Fig. 7b dargestellten Farbebene sind jeweils die 12 Messwerte eines Films mittels

eines Streckenzugs verbunden. Bei der Darstellung in Fig. 7a sind die 12 Messwerte eines Films ebenfalls zu einem Streckenzug verbunden. Allerdings sind die drei Farbwerte getrennt und in Abhängigkeit von der Belichtung aufgetragen.

Aus den Abbildungen 7a und 7b geht deutlich hervor, dass jeder Film einen charakteristischen belichtungsabhängigen Farbhang und eine eigene Grundfärbung aufweist. Diese Tatsache macht es in der Praxis schwer, farblich neutrale Bereiche der Kopiervorlagen sicher zu erkennen.

In den Fig. 7c und 7d sind dieselben Daten nach der Normierung dargestellt. Für die Bestimmung der Normierungstransformation N wurden dabei einzig die Messdaten der Negative des jeweiligen Films, d.h. die auftragsspezifische Statistik, verwendet. Die filmbedingten farblichen Verzerrungen sind auf ein Mass reduziert worden, welches praktisch bedeutungslos ist. Durch Anwendung der inversen Transformation können die normierten Daten wieder in die ursprünglichen "Rohdaten" zurücktransformiert werden.

In den Fig. 8a und 8b ist die Verteilung von Messwerten in der Farbebene dargestellt, welche den Himmelsbereichen einer Vielfalt von Negativ-Vorlagen entstammen. Die grosse Streuung der "Rohdaten" ist in Fig. 8a deutlich zu erkennen. In Fig. 8b sind dieselben Daten nach der Normierung dargestellt. Es ist eine deutliche Häufung der Datenpunkte entlang der Cyan-achse feststellbar. Die verbliebenen Unterschiede betreffen in erster Linie die Farbsättigung und nicht den Farbton. Sie spiegeln die tatsächliche Variabilität, mit welcher "Himmelsfarbe" auftreten kann, wieder. Anhand dieses Beispiels ist ersichtlich, dass nach der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens, insbesondere nach der Normierung der "Rohdaten", Himmelspartien in der Kopiervorlage sicherer erkannt werden können, und somit eine bessere Reproduktion beispielsweise von Gegenlichtaufnahmen, welche üblicherweise beim automatischen Kopieren von Farbvorlagen gewisse Probleme aufwerfen, erreicht werden kann. Die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens erlaubt auch eine weit zuverlässigere Erkennung von Hautfarbe, Kunstlicht, Vegetation usw.

Wie aus dem anhand der Fig. 7a bis 7d dargestellten Anwendungsbeispiel ersichtlich, ist das erfindungsgemässe Verfahren auch anwendbar, wenn nur eine der beiden Statistiken, die auftragsspezifische oder die filmtypspezifische Statistik verfügbar ist.

Die Anwendung der erfindungsgemässen Verfahrens erlaubt eine im Vergleich zu herkömmlichen Systemen wesentlich zuverlässigere Analyse des Bildeinhalts, da sie auf Farbdaten basiert, die weitgehend von filmbedingten Farbverfälschungen befreit sind. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens

besteht darin, dass sich die Güte konventioneller Analyseprogramme durch Vorschalten einer Normierungseinheit und Nachschalten einer entsprechenden Denormierungseinheit auf einfache Weise verbessern lässt, ohne dass weitergehende Änderungen am Gesamtsystem notwendig wären.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung von Kopien von fotografischen Kopiervorlagen in einem fotografischen Farbkopiergerät, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

a) die Kopiervorlage (V) wird in einer Messstation (1) des fotografischen Farbkopiergeräts von einem Mess-System (12) bereichsweise, vorzugsweise punktweise, abgetastet und das von jedem Abtastbereich der Kopiervorlage (V) transmittierte oder remittierte Messlicht wird einer Detektoranordnung (3) zugeführt, vorzugsweise spektral zerlegt und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Signale umgesetzt;

b) die als elektrische Messsignale vorliegenden Daten werden digitalisiert und daraus Farbmessdaten ermittelt, die zur weiteren Bearbeitung einer Rechen- und Auswertereinheit (4) zugeführt werden;

c) die Farbmessdaten werden in einer Analyse-Einheit (17) analysiert und es werden aus ihnen Korrekturwerte ermittelt;

d) in einer Belichtungsberechnungs-Einheit (19) werden aus den Korrekturwerten die erforderlichen Kopierlichtmengen oder Belichtungskorrekturen bestimmt welche dann an eine Belichtungsstation (5) zur Erstellung der gewünschten Kopien (F) von der Kopiervorlage (V) weitergeleitet werden; gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

e) die Farbmessdaten werden in einer Normierungseinheit (16) einer umkehrbaren linearen oder nichtlinearen, filmauftrags- und/oder filmtypspezifischen Normierungstransformation (N) unterworfen und zu normierten Farbwerten (k') umgesetzt, welche die Eingangsdaten für die Analyse-Einheit (17) bilden;

f) in der Analyse-Einheit (17) werden aus den normierten Farbwerten (k') unter Berücksichtigung von farblichen, dichtemässigen und strukturellen Eigenschaften der Kopiervorlage (V) filmunabhängige normierte Korrekturwerte ($\Delta k'$) gebildet;

g) in einer der Analyse-Einheit (17) nachgeschalteten Denormierungseinheit (18) werden die filmunabhängigen normierten Korrekturwerte ($\Delta k'$) der Analyse-Einheit (17)

durch Anwendung einer Denormierungstransformation (D), die zur Normierungstransformation (N) invers ist, in denormierte Korrekturwerte (Δk) umgeformt, welche die farblichen Eigenschaften des zu kopierenden Filmmaterials wieder mitberücksichtigen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass die Zahl der digitalisierten Farbmessdaten eines Abtastbereiches der Kopiervorlage (V) grösser als drei ist, diese in einer Datenreduktionsstufe (13) einer Datenkompression (KLT) unterworfen und aus den Farbmessdaten drei rohe Farbwerte (k_0, k_1, k_2) bestimmt werden, welche jeweils einen Eingangsvektor (k) für die Normierungseinheit (16) bilden, und wobei einer der Farbwerte (k_0) eine "Neutraldichte" darstellt und die anderen zwei Farbwerte (k_1, k_2) "Farbkoordinaten" eines Bildpunktes in einer Farbebene in einem Farbraum entsprechen, der von durch die rohen Farbwerte (k_0, k_1, k_2) festgelegten Koordinatenachsen aufgespannt ist, und dass im anderen Fall, dass die Anzahl der Farbmessdaten drei ist und diese den Farbdichten (r, g, b) drei Grundfarben Rot, Grün und Blau entsprechen, die Farbmessdaten vorzugsweise einer festen Vortransformation (C) unterworfen werden, derart, dass drei rohe Farbwerte (k_0, k_1, k_2) erzeugt werden, welche jeweils einen Eingangsvektor (k) für die Normierungseinheit (16) bilden, und wobei einer der Farbwerte (k_0) eine "Neutraldichte" darstellt und die anderen zwei Farbwerte (k_1, k_2) "Farbkoordinaten" eines Bildpunktes in der Farbebene in einem Farbraum entsprechen, der von durch die rohen Farbwerte (k_0, k_1, k_2) festgelegten Koordinatenachsen aufgespannt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer nichtlinearen Normierungstransformation (N) der Eingangsvektor (k) der Normierungseinheit (16) durch weitere Komponenten erweitert wird, welche vorzugsweise durch Potenzen der ersten Komponente (k_0) gebildet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die rohen Farbwerte (k_0, k_1, k_2) erfasst, statistisch ausgewertet und zur Bestimmung der Normierungstransformation (N) herangezogen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Normierungstransformation (N) derart gewählt wird, dass sie eine unitäre Matrix bildet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine auftragsspezifische Statistik und eine filmtypspezifische Statistik der ermittelten rohen Farbwerte (k) erfasst werden, und dass die Normierungstransformation (N) aus der auftragsspezifischen Statistik oder aus der filmtypspezifischen Statistik, oder aber aus einer gewichteten Kombination beider Statistiken ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Normierungstransformation (N) jeweils für jede Kopiervorlage (V) von neuem aus einer gewichteten Kombination der auftragsspezifischen Statistik und der filmtypspezifischen Statistik ermittelt wird, wobei das Verfahren zur Ermittlung der Normierungstransformation (N) die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
 - (i) die anfallenden rohen Farbvektoren (k) und daraus resultierende Korrelationsmatrizen ($K = k k^T$) werden laufend gewichtet akkumuliert, wobei eine auftragsspezifische Korrelationsmatrix (K_0) und ein auftragsspezifischer Verschiebungsvektor (m_0) sowie eine filmtypspezifische Korrelationsmatrix (K_1) und ein filmtypspezifischer Verschiebungsvektor (m_1) und für jede der beiden Statistiken aufgrund der farblichen Sättigung der gemessenen Farbvektoren Gewichte (w_0) und (w_1) bestimmt werden;
 - (ii) mittels einer gewichteten Mittelung werden aus den beiden Statistiken in einem weiteren Schritt ein endgültiger Verschiebungsvektor (m) und eine Gesamtkovarianzmatrix (K) bestimmt;
 - (iii) es wird ein Haupteigenvektor (d) der Kovarianzmatrix (K) bestimmt;
 - (iv) aus der Kenntnis des Verschiebungsvektors (m) und des Haupteigenvektors (d), dessen Komponenten die Komponenten (n_{00}, n_{01}, n_{02}) der ersten Zeile der Normierungstransformationsmatrix (N) darstellen, werden unter der Randbedingung, dass die Achsen der gesuchten Farbebene auf die normierte Neutraldichteachse (k_0') und aufeinander senkrecht stehen, die übrigen Komponenten der Normierungstransformationsmatrix (N) und, wegen $D = N^{-1}$, auch der Denormierungstransformation (D) bestimmt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der denormierten Korrekturwerte (Δk) für eine bestimmte Kopiervorlage (V) erst unmittelbar vor der Erstellung der gewünschten Farbkopien (F) davon bestimmt werden,

sodass die von dieser Kopiervorlage (V) gewonnenen Messdaten der jeweils aktuellsten Normierungstransformation (N) und die daraus ermittelten normierten Korrekturwerte ($\Delta k'$) der jeweils aktuellsten Denormierungstransformation (D) unterworfen werden, welche zur jeweiligen Normierungstransformation (N) invers ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

11

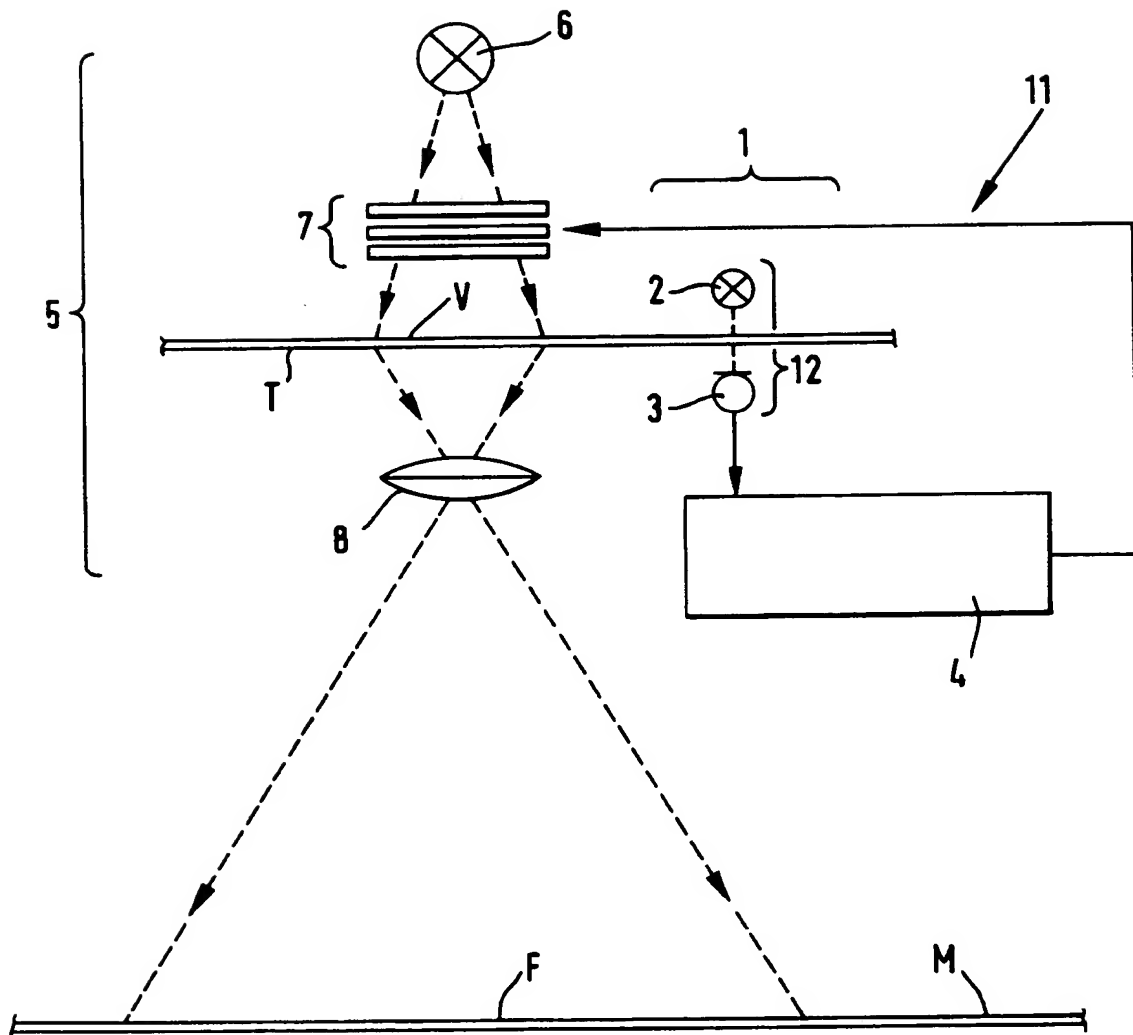


Fig. 1

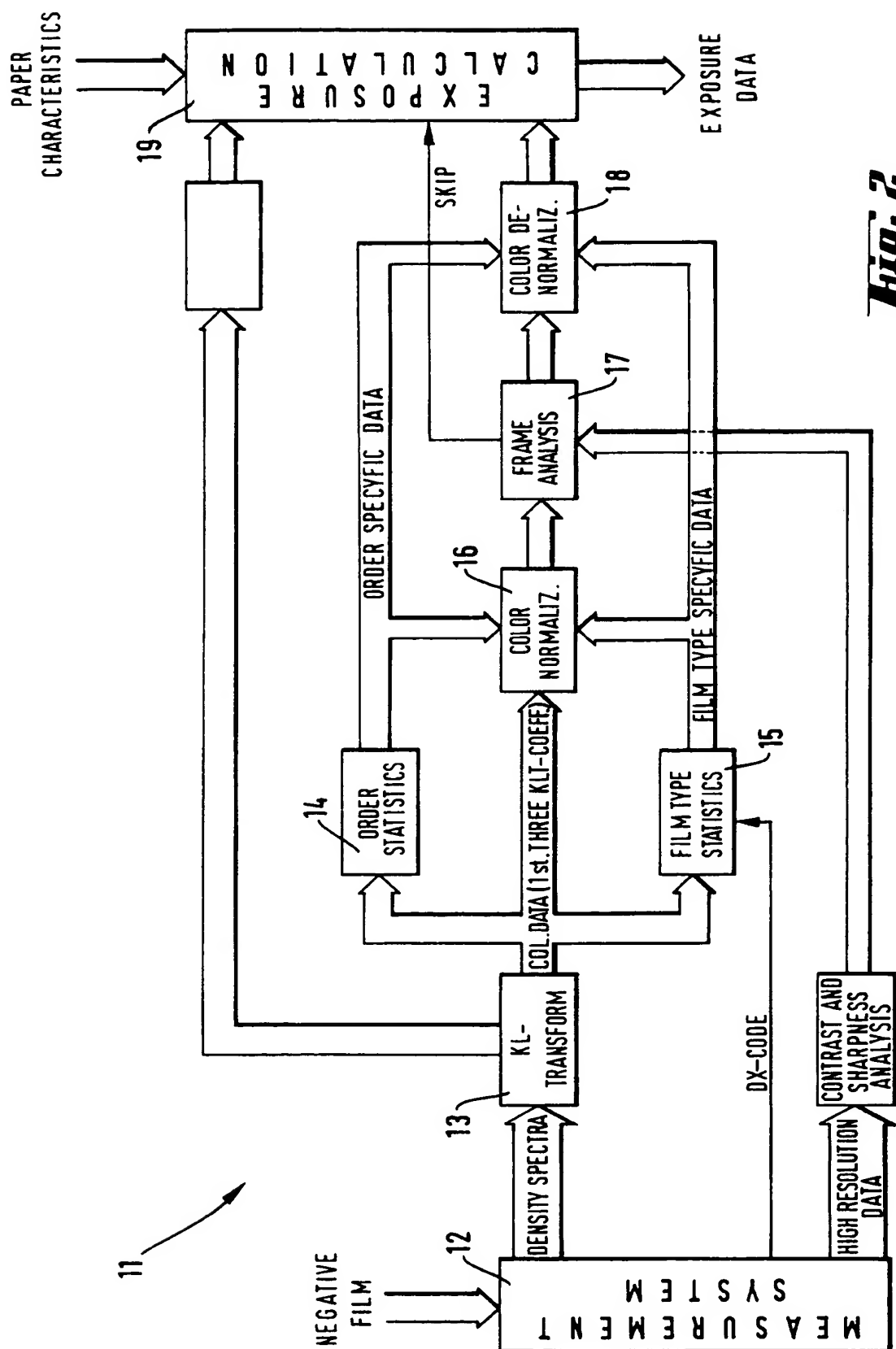
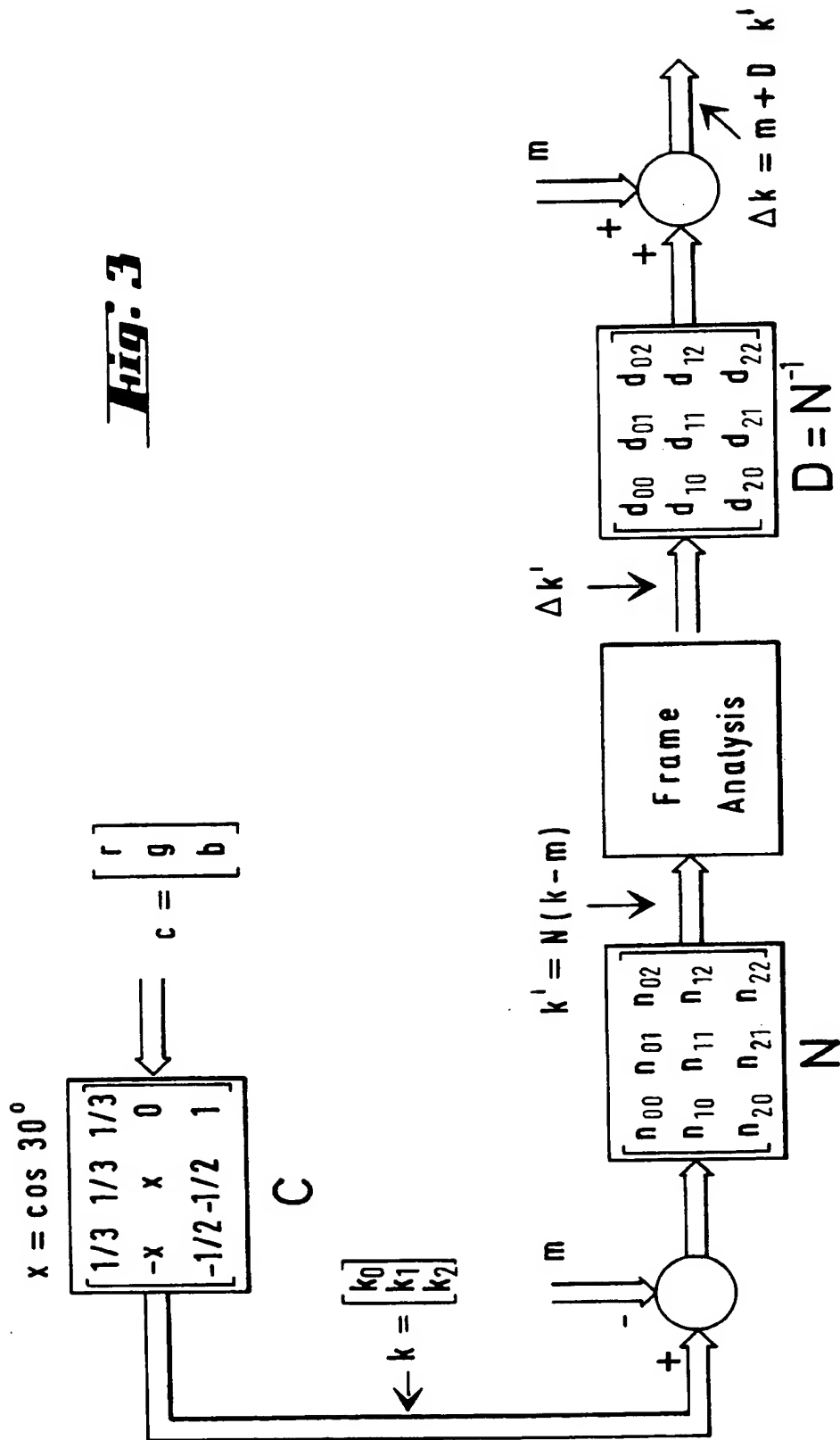


Fig. 2

Fig. 3



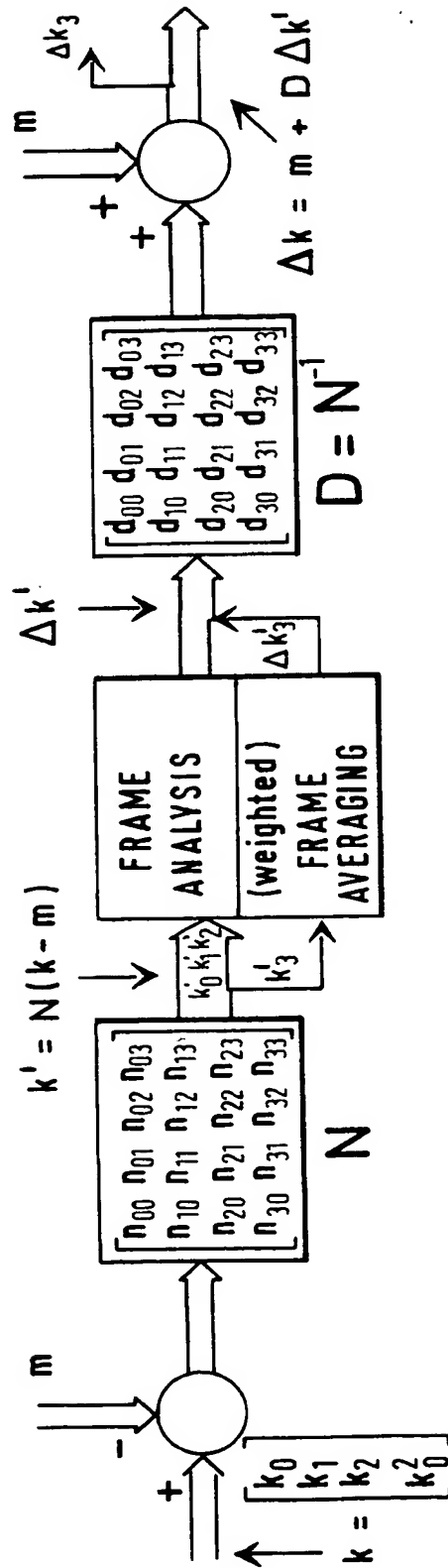


Fig. 4

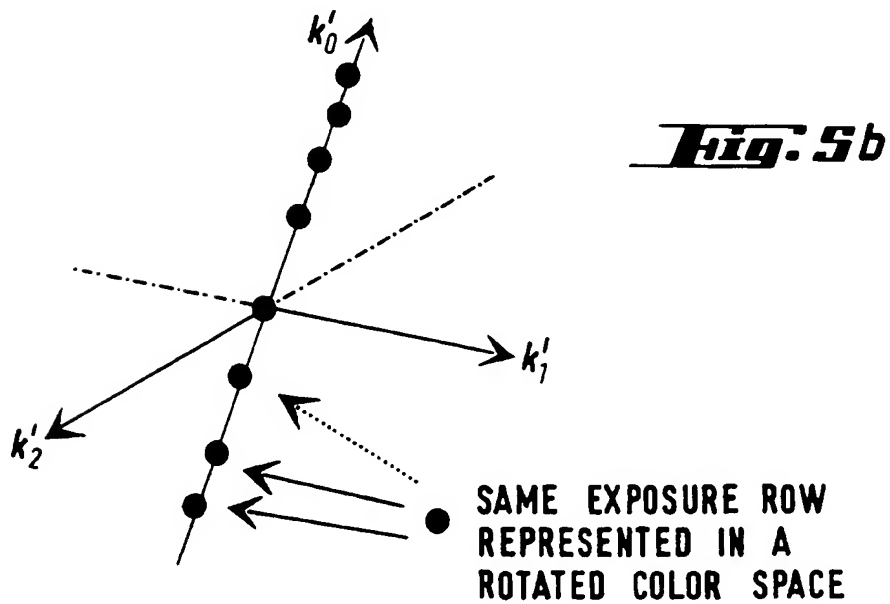
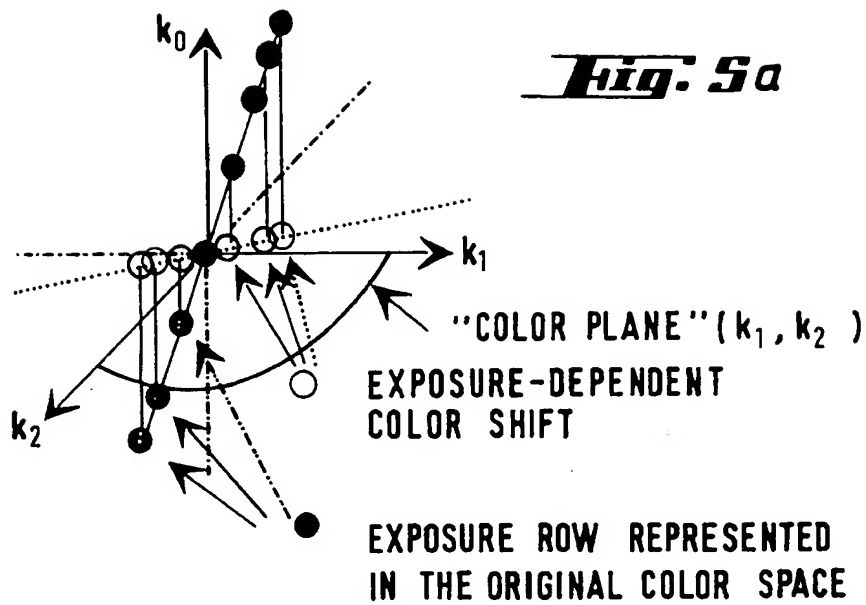


Fig. 6**1) ACCUMULATION OF ORDER- AND FILMTYPE-SPECIFIC STATISTICS**

$$\begin{array}{lll}
 K_0 := 0 & m_0 := 0 & w_0 := 0 \\
 K_0 := K_0 + w k k^T & m_0 := m_0 + w k & w_0 := w_0 + w \\
 K_t := K_t + w k k^T & m_t := m_t + w k & w_t := w_t + w
 \end{array}$$

2) NORMALIZATION

$$\begin{array}{ll}
 K_0 := K_0 / w_0 & m_0 := m_0 / w_0 \\
 K_t := K_t / w_t & m_t := m_t / w_t
 \end{array}$$

3) WEIGHTING OF ORDER- AND FILMTYPE SPECIFIC STATISTICS

$$g_t = 1 - g_0 \quad 0 \leq g_0 \leq 1$$

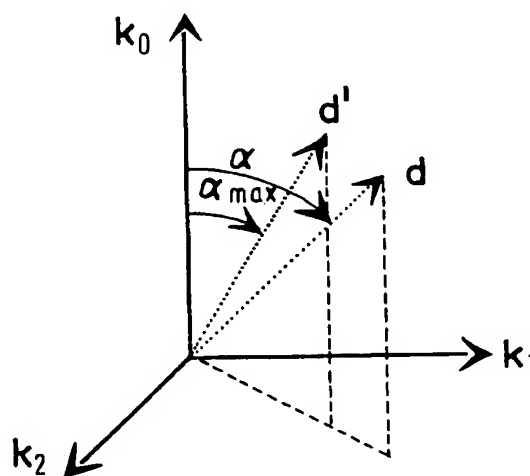
$$K := g_0 K_0 + g_t K_t \quad m := g_0 m_0 + g_t m_t \quad K := K - m m^T$$

4) ITERATIVE CALCULATION OF PRINCIPAL EIGENVECTOR

$$d := (1, 0, 0)^T$$

$$d := K d$$

$$d := d / \|d\|$$

**5) LIMITATION OF AMOUNT OF ROTATION**

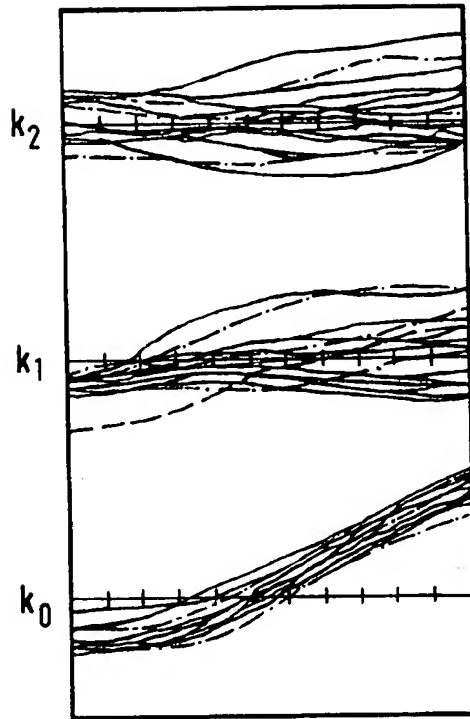
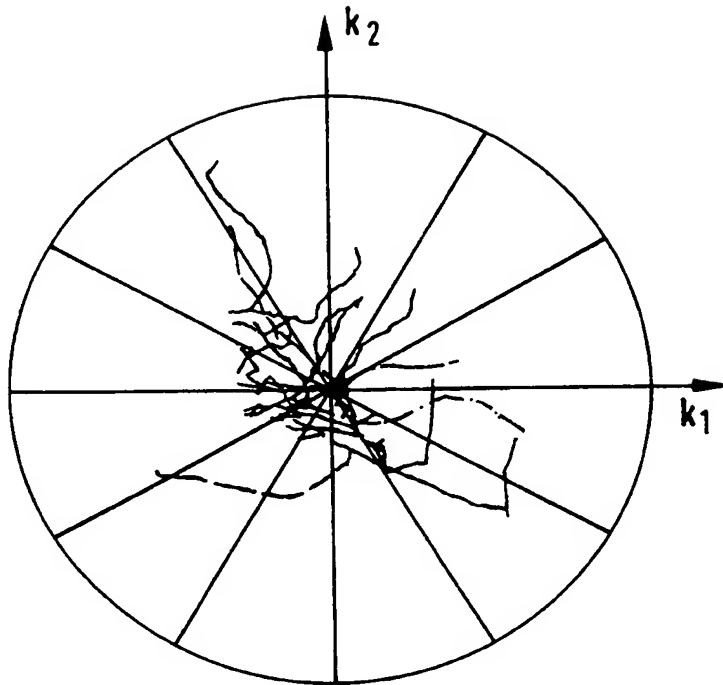


Fig. 7a

Fig. 7b



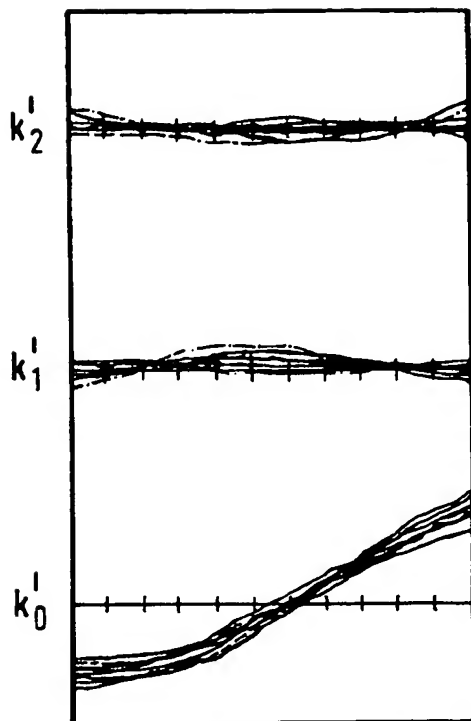
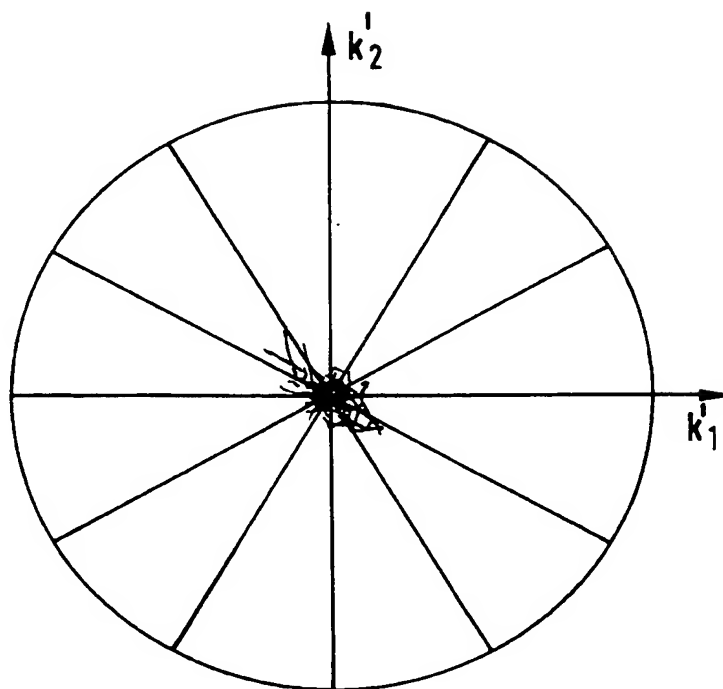


Fig. 7c

Fig. 7d



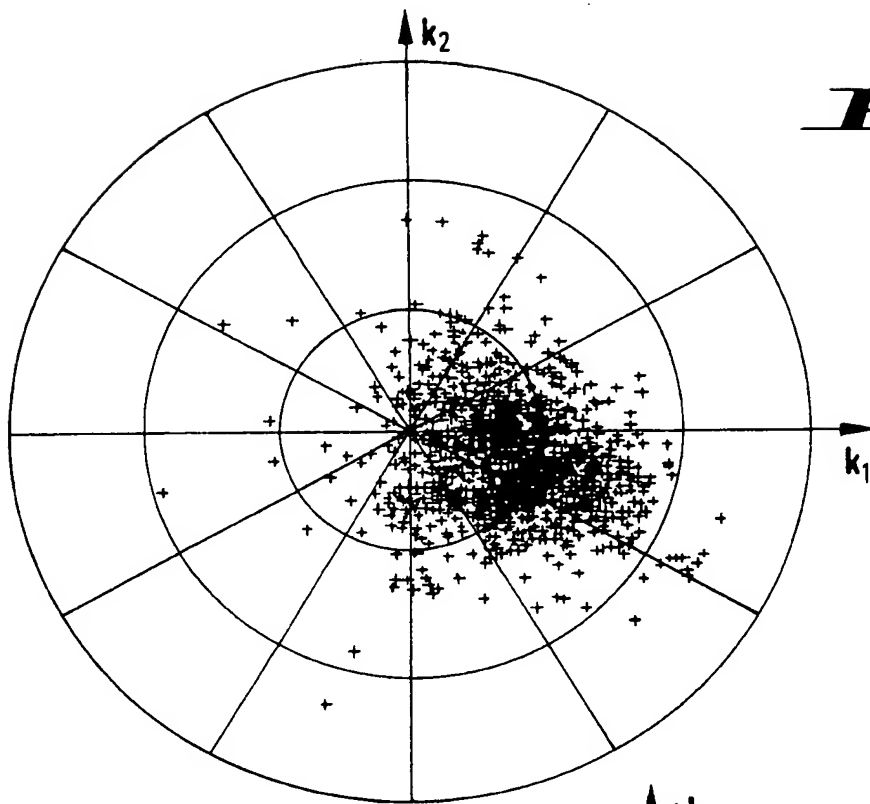


Fig. 8a

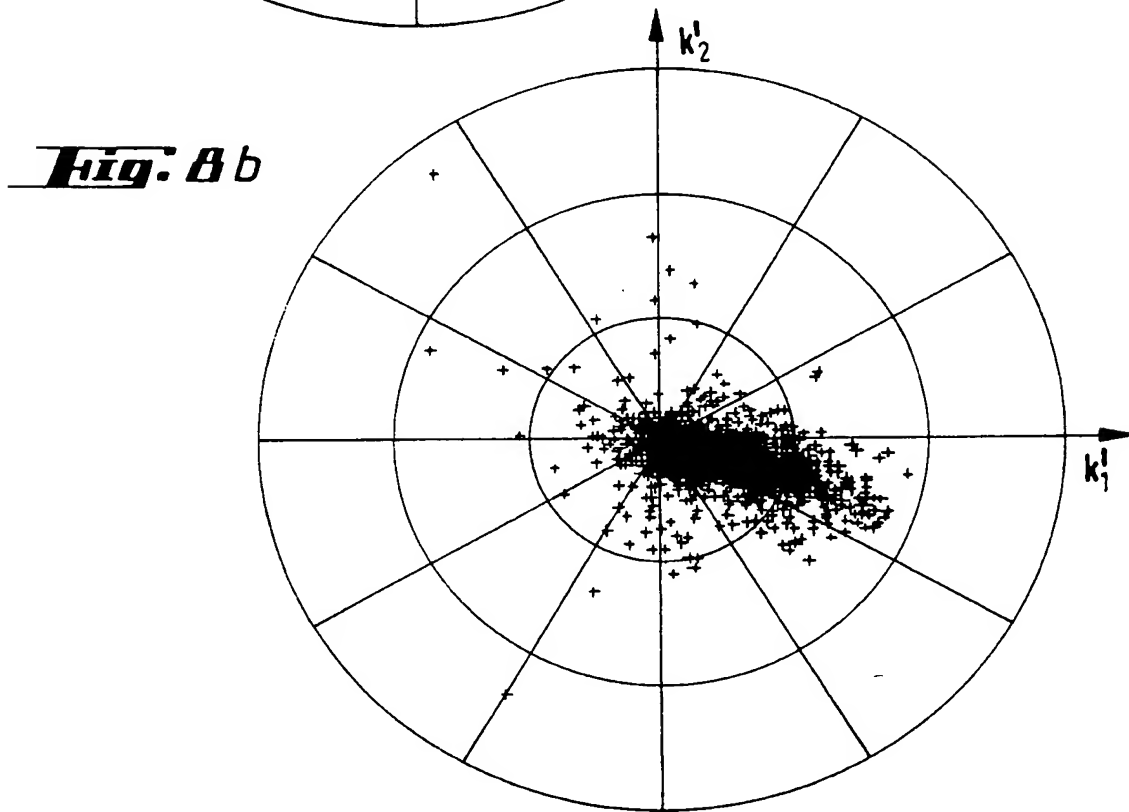


Fig. 8b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0698

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,A	EP-A-0 475 897 (GRETAG AKTIENGESELLSCHAFT) * Seite 4, Zeile 22 - Seite 6, Zeile 1 * * Seite 6, Zeile 12 - Zeile 32 * * Abbildungen 1-3,5-7 * ---	1	G03B27/73
A	US-A-4 884 102 (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) * Spalte 8, Zeile 5 - Zeile 59 * * Abbildungen 11,12 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G03B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchanort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11 MAI 1993	Prüfer HERYET C.D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.